Die Abhängigkeit des Schlachterlöses vom Alter und Lebendgewicht bei Fleckviehkühen

Gerhard Schmidt

1962

Aus dem Institut für Tierzucht, Vererbungs- und
Konstitutionsforschung der Universität München
Vorstand: Professor Dr. Dr. H. Bauer

DIE ABHÄNGIGKEIT DES SCHLACHTERLÖSES VOM ALTER UND LEBENDGEWICHT BEI FLECKVIEHKÜHEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Gerhard Schmidt
aus Ingolstadt

München 1962

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. K. Ullrich

Referent: Prof. Dr. Dr. H. Bauer

Tag der Promotion: 27. Juli 1962

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

UNI-Druck, München 13, Amalienstraße 85

MEINER MUTTER

INHALT

	Seite
EINLEITUNG	1
LITERATUR	3
MATERIAL	6
METHODIK UND ERGEBNISSE	8
DISKUSSION	23
ZUSAMMENFASSUNG	26
LITERATURÜBERSICHT	28
LEBENSLAUF	30

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546810_0050

EINLEITUNG

Die Fleischleistung spielt bei allen Rindern unabhängig von der Hauptnutzungsrichtung eine wesentliche Rolle. Die Fleischproduktion der Rinder war 1961 mit 815 000 t zu 33 % an der Gesamtfleischerzeugung (ohne Fett) beteiligt (Statist. Jahrb. über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1961). Da unter den Verhältnissen in Deutschland reine Fleischrassen kaum Bedeutung haben, kann man diese Produktion etwa als die Fleischerzeugung bei den Zweinutzungsrassen ansehen.

Während bei einseitigen Milchrassen, wie z. B. Jersey, die Fleischleistung als reines Nebenprodukt gilt, der durch Zucht- oder Haltungsmaßnahmen keinerlei Beachtung geschenkt wird, sind die Verhältnisse in den Zweinutzungszuchten ganz anders. Hier bestimmt die Fleischleistung mit die Rentabilität, und es wird ihr bei der Selektion eine nicht unwesentliche Beachtung geschenkt.

Die Fleischleistung beim Zweinutzungsrind kommt im wesentlichen aus drei Quellen:

1. Kälbermast
2. Jungrindermast
3. Verwertung von Milchkühen.

Der Anteil der Fleischerzeugung durch Kühe, die vor ihrer Schlachtung zur Milchgewinnung genutzt waren, ist sehr unterschiedlich (Anteil 1961 in der Bundesrepublik etwa 40 % an der Rindfleischproduktion). Er hängt weitgehend von den Marktverhältnissen ab und davon, wieviel Futter in Betrieben mit Milchviehhaltung für die Rindermast verwertet wird.

Einen Anhaltspunkt über die Bedeutung der Fleischproduktion von Milchkühen können jedoch Zahlen aus Ländern geben, in denen neben reinen Milchrassen und Zweinutzungsrassen auch reine Fleischrassen im großen Umfang gehalten werden. Der Anteil der reinen Milchrassen an der Rindfleischproduktion beträgt in den USA 31 %, in Großbritannien wird 60 % des Rindfleisches von Holstein-Friesians erzeugt (zit. nach LANGLET und GRAVERT 1960).

Die große Bedeutung, welche die Fleischproduktion in Zweinutzungsbetrieben hat, zwingt den Züchter zu besonderen Maßnahmen für eine möglichst hohe und wirtschaftliche Fleischproduktion. Neben der Selektion auf Wüchsigkeit, Fleischfülle und Schlachtqualität sowie einer entsprechenden Fütterung gehört dazu die Entscheidung über den Zeitpunkt der Schlachtung der Kuh.

Um aus der Kuh einerseits eine möglichst hohe Milchleistung zu ziehen und dadurch die Investition für die Aufzucht günstig zu amortisieren und andererseits das Tier zu einem Zeitpunkt zur Schlachtung zu bringen, an dem Schlachtqualität und entsprechend der Schlachtpreis möglichst hoch sind, muß ein Kompromiß gefunden werden.

Für die Entscheidung ist von ausschlaggebender Bedeutung, wie sich der Schlachterlös im Laufe des Lebens mit zunehmendem Alter einer Kuh verändert.

Im Rahmen der Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit der Fleischerzeugung beim Milchrind stellte mir Herr Professor Dr. Dr. Bauer die Aufgabe, die Abhängigkeit des Schlachterlöses vom Schlachtalter und Lebendgewicht bei Herdbuchkühen des Fleckviehs zu untersuchen.

LITERATUR

Der Erlös, der bei der Schlachtung einer Kuh zu erzielen ist, hängt ab vom Lebendgewicht der Kuh und von dem Preis, der pro kg Lebendgewicht bezahlt wird. Der Schlachtpreis wiederum ist neben Markt- und Saisonschwankungen abhängig vom Lebendgewicht des Tieres.

BRODY (1945) untersuchte die Gewichtsentwicklung von Holstein-Friesian-Rindern von der Geburt bis zum 8. Lebensjahr. LYDTIN und WERNER (1899) geben Zahlen über 300 Wägungen von Kühen der Fleckviehherde des Simmenthaler Schlages der Landwirtschaftlichen Akademie Hohenheim wieder. Die Werte von BRODY und LYDTIN und WERNER sind in der Figur 1 dargestellt.

Figur 1

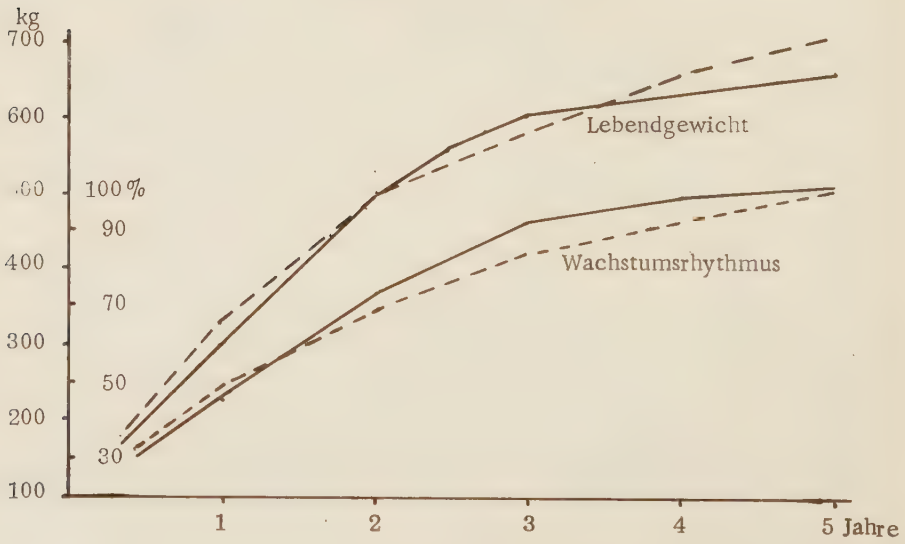
Gewichtsentwicklung von Fleckviehkühen (nach LYDTIN 1899), und von Holstein-Frisian-Kühen (nach BRODY 1945)

Die Gewichtsentwicklung weiblicher Fleckviehrinder wurde von SOMMER und KRIPPL (1959) untersucht. An 60 weiblichen Fleckviehrindern der Herde in Grub, die zwischen 1949 und 1953 geboren wurden, wurde das Wachstum bis zum Ende des 5. Lebensjahres untersucht und die Gewichtsentwicklung in Prozent des Endgewichts beschrieben. Ähnliche Untersuchungen wurden von STOCKKLAUSNER (1933) an Fleckviehkühen vorgenommen. Aus den Daten von SOMMER und KRIPPL und STOCKKLAUSNER ergeben sich folgende Wachstumskurven (Figur 2).

HECKER und SCHNEPF (1952), WITT (1957), und HENRICHS und SAMTLEBEN (1960) nehmen bei Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit der Fleischleistung an, daß das Lebendgewicht bis zum 6. Lebensjahr ansteigt und von da ab langsam zurückgeht. Aus dem Material von HOGREVE (1961) über 638 schwarzbunte Herdbuchkühe ist zu ersehen, daß das Lebendgewicht bis zum Alter von 8 - 10 Jahren ansteigt, um dann allmählich wieder abzufallen, obwohl HOGREVE selbst glaubt, daß "bis zum 13. Lebensjahr von einem Lebendgewichtsrückgang nichts zu bemerken ist".

Figur 2

Gewichtsentwicklung und Wachstumsrhythmus von Fleckviehkühen
nach ——— SOMMER und KRIPPL (1959)
nach ------ STOCKKLAUSNER (1933)



Für Untersuchungen über die Bedeutung der Fleischleistung beim Zweinutzungsrind wird oft angenommen, daß der Schlachterlös von Kühen mit zunehmendem Alter sinkt. RIES (1951), HECKER und SCHNEPF (1952), WITT (1957), HENRICHS und SAMTLEBEN (1960) nahmen an, daß die Kühe mit zunehmendem Alter in eine niedrigere Handelsklasse eingestuft werden und auf Grund dessen einen geringeren Schlachterlös bringen.

NEHLER (1956) untersuchte die Beziehung zwischen Alter und Schlachterlös anhand der Handelsklassen. Er fand bei 2064 schwarzbunten Rindern zwischen Alter in Laktationen und Handelsklassen eine Korrelation von $r^2 = 0,119$ und bei 728 rotbunten Schlachtkühen $r^2 = 0,153$. Demnach wird in diesem Material der Schlachtpreis zu 12% bzw. 15% durch die Variation des Alters bestimmt.

SCHMIDT und MEHNER (1951/52) sind der Ansicht, daß die Minderung der Schlachtqualität mit zunehmendem Alter meist überschätzt wird.

MATERIAL

Das Material über Schlachtgewicht und Schlachterlös von 604 Fleckviehherdbuchtieren wurde am Schlacht- und Viehhof München in der Zeit vom 3. 6. - 12. 8. 1959 an zehn Markttagen gesammelt.

Der Städtische Schlacht- und Viehhof München ist ein "Schlachtviehgroßmarkt" im Sinne des Vieh- und Fleischgesetzes. An einem Schlachtviehgroßmarkt wird die amtliche Notierung über alle aufgetriebenen Tiere durch die von der Obersten Landesbehörde errichtete staatliche Marktbeobachtungsstelle durchgeführt. An den anderen Schlachtviehmärkten erfolgt lediglich eine einfache, teils auf Marktschlußscheinen, teils auf Befragung basierende Preisfeststellung.

Neben Hamburg ist der Schlachtviehgroßmarkt München der größte Umschlagplatz für inländisches Schlachtvieh in der Bundesrepublik, er hat die größten Rinderauftriebe und ist ein "Überschußmarkt", der von auswärtigen Käufern aufgesucht wird, die in der Lage sind, das Markt- und Preisbild durch qualitativ einseitige Einkäufe (z. B. magere ältere Fleischkühe für die Fleischwarenindustrie) zu beeinflussen.

Der Münchner Markt ist richtunggebend für die Preisgestaltung im Schlachtviehverkehr der südlichen Teile Bayerns. Sein Einzugsgebiet umfaßt die Regierungsbezirke Oberbayern, Niederbayern und Schwaben, Teile der Regierungsbezirke Oberpfalz und Mittelfranken.

Am Rindermarkt steht fast ausschließlich deutsches Fleckvieh zum Verkauf, nur ein geringer Prozentsatz des Auftriebes wird von Allgäuer Braunvieh und von Pinzgauern sowie anderen Rassen gestellt.

Der Markttag für Großtiere ist auf Mittwoch jeder Woche festgesetzt. Tiere, die am Dienstag an anderen Märkten unverkäuflich waren, werden zum Mittwochmarkt nach München gebracht. Die Auftriebe müssen am Vorabend des Markttages abgeschlossen sein. Die Tiere werden dann von der Handelsklassenkommission mit einer Marktnummer versehen und in die Handelsklassen A, B, C, D klassifiziert. Es ist eine "stille" Klassifizierung, d. h. Käufer und Verkäufer wissen während des Marktes nicht, welche Beurteilung die Tiere durch die Kommission erfahren ha-

ben. Die Durchführung der Geschäfte liegt in den Händen des Viehagenten. Der Agent übernimmt Pflege, Wartung und Tränkung der Tiere, wickelt den Verkauf ab und zahlt den Erlös nach Abzug der entstandenen Vermarktungskosten und der Verkaufsprovision, was etwa 10 % des Schlachterlöses ausmacht, an den Einsender des Schlachttieres. Für jedes verkaufte Tier muß ein Schlußschein ausgestellt werden, der Angaben über Verkäufer (Agentur) und Käufer, die Kennzeichnung des Tieres, das auf amtlichen Viehwaagen festgestellte Gewicht und den Preis in DM pro 50 kg Lebendgewicht enthält. Die amtliche Wiegung erfolgt immer nach dem Verkauf des Tieres, also bei eingetragenem Preis. Das Tier ist durch die festgesetzten Auftriebs- und Marktzeiten immer in ausgenüchtertem Zustand.

Das auf dem Markt aufgetriebene Vieh darf erst nach dem Verkauf wieder abgetrieben werden. Etwaige Restbestände werden auf einem Nachmarkt verkauft. Kühe vom Nachmarkt wurden in dieser Untersuchung nicht verwertet, da hier die Voraussetzungen zu einer Preisbildung gegenüber dem Hauptmarkt sehr unterschiedlich sind. Die Rinder werden normalerweise am Schlachthof gleich geschlachtet oder von Versandhändlern in andere Gebiete verfrachtet.

An jedem der zehn Markttage wurde bei sämtlichen aufgetriebenen Fleckvieh-Kühen geprüft, ob sie eine Herdbuch-Ohrmarke hatten. Im ganzen konnten so in der Zeit vom 3. 6. - 12. 8. 1959 1800 Herdbuchtiere an den einzelnen Markttagen ermittelt und die Ohrmarken- und Marktnummer registriert werden. Von diesen 1800 Tieren waren von den Tierzuchtämtern genaue Altersangaben nur über 604 Tiere zu erhalten. Die Untersuchung auf die Beziehung Alter und Preis wurde an diesen 604 Kühen vorgenommen.

Zusätzlich zu den Angaben im Schlußschein wurde der Preis pro kg Lebendgewicht in DM und das Alter der Kühe am Tage der Schlachtung berechnet.

METHODIK UND ERGEBNISSE

Der Schlachtpreis, ausgedrückt als Preis pro Kilogramm Lebendgewicht, wird von mehreren Faktoren beeinflußt. Diese Faktoren kann man in drei Gruppen trennen:

a) im Tiere liegende Faktoren,
b) systematische Faktoren, die mit der Verwertung, nicht aber mit der Qualität des Tieres zu tun haben, und
c) Zufallseinflüsse.

Die Faktoren, die im Tier selbst liegen, sind vor allem das Alter, das Lebendgewicht und der Schlachtwert. Zu den systematischen Faktoren außerhalb des Tieres gehören die allgemeine Wirtschaftslage, Angebot und Nachfrage an dem speziellen Markttag auf dem speziellen Viehhof.

Bei der rechnerischen Ermittlung der Beziehung zwischen Alter und Preis muß auf diese verschiedenen Faktoren Rücksicht genommen werden. Durch ein geeignetes Vorgehen soll die Beziehung zwischen Alter und Preis, unbeeinflußt von den anderen Faktoren dargestellt, werden.

Die mathematische Statistik liefert für eine solche Darstellung angemessene Methoden. Zur Darstellung der Abhängigkeit einer Größe von einer oder mehreren anderen unabhängigen Veränderlichen können Regressionsgleichungen verwendet werden.

Die Berechnungen wurden nach SNEDECOR (1956) vorgenommen. Es werden folgende mathematische Symbole verwendet:

Y	=	abhängige Variable = Kilopreis (in DM/dz)
X	=	erste unabhängige Variable = Alter (in Monaten)
Z	=	zweite unabhängige Variable = Lebendgewicht (in kg)
μ	=	Mittelwert der Populationen
σ	=	Standardabweichung
ε	=	Zufallsvariante aus einer Normalverteilung mit dem Mittelwert O und der Standardabweichung σ
α	=	Höhe der Regressionsgeraden über der x-Achse
β	=	Neigung der Regressionslinie

b_1, b_2, b_3 und c_1, c_2, c_3 = Regressionskoeffizienten

x	=	$X - \bar{x}$ = Abweichung des Alters vom Mittelwert des Alters
z	=	$Z - \bar{z}$ = Abweichung des Lebendgewichtes vom Mittelwert des Lebendgewichtes
$\bar{x}$, $\bar{z}$	=	SX/n, SZ/n = Mittelwerte
SX^2, SY^2, SZ^2	=	Summe der Quadrate der einzelnen Variablen
SXY usw.	=	Summe der Produkte der einzelnen Variablen
Sx^2, Sy^2, Sz^2	=	berichtigte Summe der Quadrate der einzelnen Variablen
	=	Summe der Abweichungsquadrate; kurz "Summe der Quadrate (SQ)" genannt
Sxy usw.	=	berichtigte Summe der Produkte der einzelnen Variablen
	=	Summe der Abweichungsprodukte; kurz "Summe der Produkte (SP)" genannt
n	=	Anzahl der Varianten
$S\hat{y}^2$	=	Summe der regressionsbedingten Abweichungsquadrate
R^2	=	$S\hat{y}^2/Sy^2$ = Bestimmtheitsmaß = Anteil der Varianz des Alters und des Lebendgewichtes an der Gesamtvarianz des Preises
FG	=	Freiheitsgrade
MQ	=	SQ/FG = mittleres Abweichungsquadrat (Varianz)
F	=	Testwert, der sich aus der Varianzanalyse ergibt, zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit, mit der ein Mittelwert oder Regressionskoeffizient unter gleichen Bedingungen in gewissen Grenzen der Schwankung wieder erwartet werden kann
P	=	Irrtumswahrscheinlichkeit

Für verschiedene Verhältnisse gegenseitiger Abhängigkeit verfügt die Statistik über verschiedene sogenannte Modelle. Das sind allgemeine Gleichungen, deren einzelne Faktoren ein fest definierbares Verhalten haben. Im einfachsten Fall einer linearen Gleichung lautet das Modell:

$$Y = \alpha + \beta x + \varepsilon \qquad (1)$$

Dabei ist angenommen, daß

1. zu jedem X eine Anzahl von Y gehören können, die "normal" verteilt sind, wobei das (oder die) Y des Materials eine Zufallsprobe aus diesen normalverteilten Y darstellt.

2. Die Mittelwerte μ aller Populationen, aus denen Proben gezogen wurden, liegen auf einer geraden Regressionslinie.

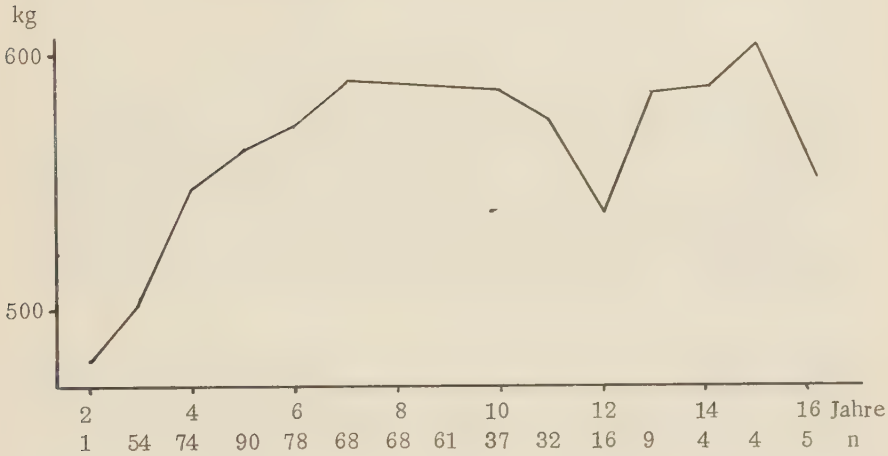
3. Alle Populationen, die aus den Stichproben gezogen wurden, sind "normal" verteilt und haben alle die gleiche Standardabweichung σ.

In der Gleichung (1) bedeutet Y irgendein Wert der abhängigen Variante, x ist die Abweichung des Einzelwertes vom Mittelwert.
ε ist eine Zufallsvariante aus einer Normalverteilung mit dem Mittelwert O und der Standardabweichung σ. Sie ist unabhängig von x.
α ist die Höhe der Regressionsgeraden über der X-Achse bei $x = o$.
β gibt die Neigung der Regressionslinie an und ist ein Wert für die Größe, um die sich Y ändert, wenn sich x um eine Einheit ändert.

Wenn wir nach diesem Modell die Beziehung zwischen Preis und Alter darstellen wollten, hätten wir außer dieser Beziehung noch den Einfluß des Lebendgewichtes mitenthalten, denn mit dem Alter ändert sich auch das Lebendgewicht. Diese Abhängigkeit des Lebendgewichtes vom Alter für das vorliegende Material wurde zunächst geprüft. Da es sich für die Auswahl der geeigneten statistischen Methode nur um die Tendenz handelt, genügte hierzu eine graphische Darstellung. Sie ist in Figur 3 wiedergegeben.

Figur 3

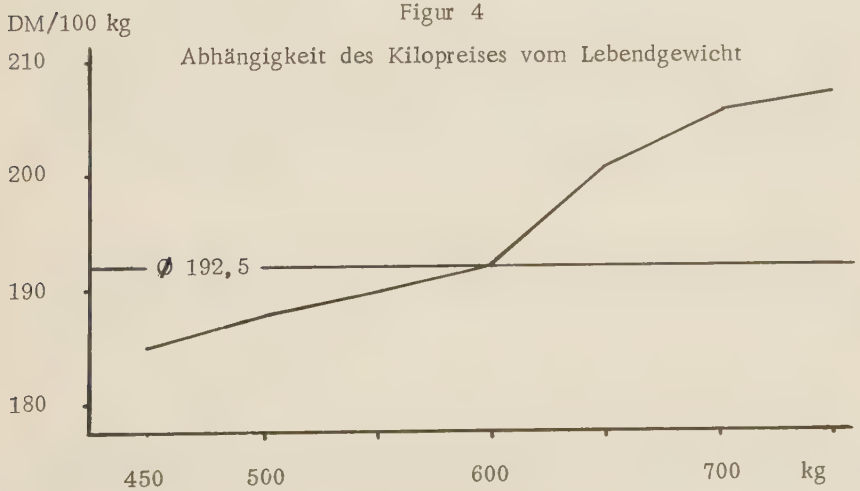
Abhängigkeit des Lebendgewichts vom Alter



Auf der anderen Seite ändert sich der Kilopreis mit dem Lebendgewicht des Tieres. Diese Abhängigkeit wurde in Figur 4 graphisch dargestellt.

Figur 4

Abhängigkeit des Kilopreises vom Lebendgewicht



Um nun die Abhängigkeit des Preises vom Alter, unabhängig vom Lebendgewicht, darzustellen, mußte ein passendes Modell gefunden werden. Dafür kommt eine multiple Regression in Frage, bei der y durch zwei unabhängige Varianten bestimmt wird. Das Modell lautet:

$$Y = \alpha + \beta_{y1 \cdot 2} x_1 + \beta_{y2 \cdot 1} x_2 + \varepsilon_i \qquad (2)$$

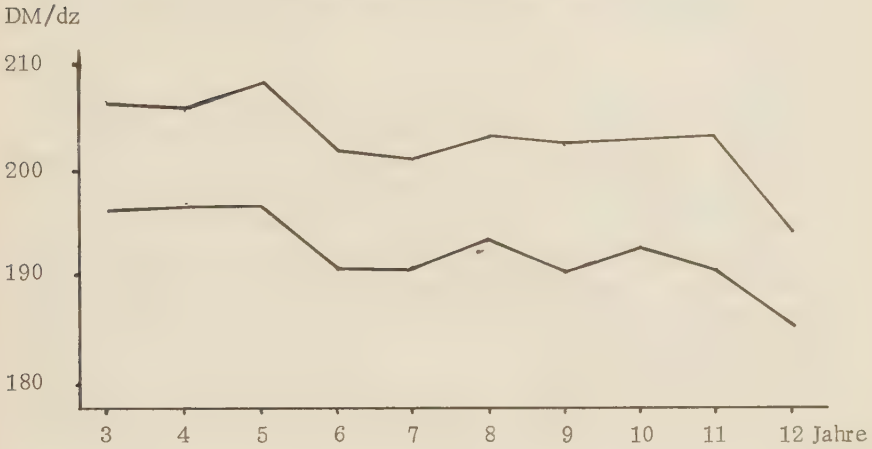
Voraussetzung für die Anwendbarkeit dieses Modelles ist, daß sich die Größe X_1 und X_2 additiv verhalten. Additivität zweier Größen heißt, daß die Änderung von Y abhängig von der Änderung von X_1 für unterschiedliches X_2 gleich ist. Anders ausgedrückt und auf unser Material angewendet heißt das, daß die Änderung des Kilopreises mit zunehmendem Alter für Gruppen von Kühen mit unterschiedlichem Lebendgewicht gleich verlaufen muß.

Dieser einfache Test der Additivität von Lebendgewicht und Alter wurde für das vorliegende Material vorgenommen. Dazu wurden aus allen Kühen zwei Gruppen mit unterschiedlichem Lebendgewicht gebildet. Um zwei Gruppen zu erhalten, die jeweils dem Durchschnitt der Tiere über dem Mittelwert und unter dem Mittelwert des Lebendgewichtes entsprechen, wurden alle Kühe um den gemeinsamen Mittelwert des Lebendgewichtes "gescheitelt".

Wegen der Altersabhängigkeit des Lebendgewichtes muß diese Scheitelung innerhalb von Altersklassen erfolgen. Dazu wurde das Material in Altersklassen zu je sechs Monaten aufgeteilt und innerhalb dieser Altersklassen wurden nun zwei Gruppen um den Mittelwert gebildet. Die Beziehung zwischen Alter und Kilopreis für jede dieser zwei Gruppen wurde innerhalb Markttagen dargestellt. Sie ist in Figur 5 wiedergegeben.

Figur 5

Beziehung zwischen Alter und Kilopreis für zwei Gruppen mit unterschiedlichem Lebendgewicht



Die Beziehung zwischen Alter und Kilopreis verläuft in beiden Gruppen offensichtlich parallel. Demnach ist die Verwendung des additiven Modells angebracht.

Aus den Figuren 3 - 5 geht deutlich hervor, daß die Beziehung zwischen Preis und Alter, wie auch zwischen Preis und Lebendgewicht, nicht linear ist. Deswegen muß das Modell der multiplen Regression (2) entsprechend erweitert werden. Die Anpassung der Regressionsgleichung an den gekrümmten Verlauf der Beziehung ist möglich durch die Verwendung einer Gleichung zweiten oder höheren Grades. Eine Gleichung zweiten Grades

$$Y = a + bX + cX^2 \qquad (3)$$

entspricht der linearen multiplen Regression, wobei die zweite Variante das Quadrat der ersten ist. Dabei lassen sich multiple Regression und kurvilineare Regression verbinden, daß z. B. die folgende Gleichung möglich ist:

$$Y = a + bX_1 + cX_1^2 + dX_2 + eX_2^2 \qquad (4)$$

Die Anpassungsfähigkeit einer Gleichung an einen unregelmäßig gekrümmten Verlauf einer Beziehung steigt mit dem Grad der Gleichung. In vie-

len Fällen genügt eine Gleichung zweiten Grades, wenn die Beziehung dem Verlauf einer Parabel bzw. eines Stückes der Parabel folgt. Ist dies nicht der Fall, muß eine Gleichung höheren Grades gewählt werden. Die Auswahl der passenden Gleichung kann nur durch einen Versuch erfolgen.

Da die Rechenoperationen, die zur Ermittlung der Gleichung notwendig sind, wegen ihres Umfanges zweckmäßig mit Hilfe elektronischer Rechenanlagen ausgeführt werden, wurde für die Berechnung der vorliegenden Beziehung von vornherein eine Gleichung dritten Grades gewählt, denn mit der elektronischen Rechenmaschine ist der Arbeitsaufwand für die Gleichung dritten Grades nicht erheblich größer als für die Gleichung zweiten Grades. Auf Grund der graphischen Darstellung des Verlaufs der einzelnen Beziehungen konnte vermutet werden, daß sich eine Gleichung dritten Grades gut anpaßt.
Diese Gleichung lautet also:

$$Y = a + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + c_1Z + c_2Z^2 + c_3Z^3 \qquad (5)$$

Für die Berechnung der Regressionskoeffizienten sind die Summen der Quadrate und der Produkte der Abweichungen der einzelnen Variablen erforderlich. Sie errechnen sich am einfachsten aus der Summe der Quadrate der einzelnen Variablen, die durch Subtraktion eines Korrekturgliedes zur berichtigten Summe der Quadrate oder der Produkte führt.

Beispiel: $SX^2 - \frac{(SX)^2}{n} = Sx^2$ oder $SXY - \frac{SX\ SY}{n} = Sxy$

Für die Gleichung 5) sind folgende Summen der Quadrate bzw. Produkte der Abweichungen nötig (Tabelle 1).

Tabelle 1

Koeffizientenmatrix

Sx	Sx^2	Sx^3	Sz	Sz^2	Sz^3	Sy
$Sx\ x$	$Sx\ x^2$	$Sx\ x^3$	$Sx\ z$	$Sx\ z^2$	$Sx\ z^3$	$Sx\ y$
	$Sx^2\ x^2$	$Sx^2\ x^3$	$Sx^2\ z$	$Sx^2\ z^2$	$Sx^2\ z^3$	$Sx^2\ y$
		$Sx^3\ x^3$	$Sx^3\ z$	$Sx^3\ z^2$	$Sx^3\ z^3$	$Sx^3\ y$
			$Sz\ z$	$Sz\ z^2$	$Sz\ z^3$	$Sz\ y$
				$Sz^2\ z^2$	$Sz^2\ z^3$	$Sz^2\ y$
					$Sz^3\ z^3$	$Sz^3\ y$
						$Sy\ y$

Die sechs Regressionskoeffizienten werden aus den Summen der Quadrate bzw. der Produkte mit Hilfe von 6 Normalgleichungen gelöst (s. Tabelle 2, S. 16). Die Lösung der Normalgleichungen erfolgt nach dem Gauß'schen Eliminationsverfahren.

Aus den Regressionskoeffizienten und den Mittelwerten der Varianten ergibt sich die Regressionsgleichung wie folgt:

$$(Y - \bar{y}) = b_1(X_1 - \bar{x}_1) + b_2(X_2 - \bar{x}_2) + b_3(X_3 - \bar{x}_3)$$
$$+ c_1(Z_1 - \bar{z}_1) + c_2(Z_2 - \bar{z}_2) + c_3(Z_3 - \bar{z}_3) \qquad (6)$$

Tabelle 2

Normalgleichungen zur Berechnung der Regressionskoeffizienten der Gleichung (5)

I. $Sx_1^2 \cdot b_1 + Sx_1x_2 \cdot b_2 + Sx_1x_3 \cdot b_3 + Sx_1z_1 \cdot b_4 + Sx_1z_2 \cdot b_5 + Sx_1z_3 \cdot b_6 = Sx_1 \cdot y$

II. $Sx_1x_2 \cdot b_1 + Sx_2^2 \cdot b_2 + Sx_2x_3 \cdot b_3 + Sx_2z_1 \cdot b_4 + Sx_2z_1 \cdot b_5 + Sx_2z_3 \cdot b_6 = Sx_2 \cdot y$

III. $Sx_1x_3 \cdot b_1 + Sx_2x_3 \cdot b_2 + Sx_3^2 \cdot b_3 + Sx_3z_1 \cdot b_4 + Sx_3z_2 \cdot b_5 + Sx_3z_3 \cdot b_6 = Sx_3 \cdot y$

IV. $Sx_1z_1 \cdot b_1 + Sx_2z_1 \cdot b_2 + Sx_3z_1 \cdot b_3 + Sz_1^2 \cdot b_4 + Sz_1z_2 \cdot b_5 + Sz_1z_3 \cdot b_6 = Sz_1 \cdot y$

V. $Sx_1z_2 \cdot b_1 + Sx_2z_2 \cdot b_2 + Sx_3z_2 \cdot b_3 + Sz_1z_2 \cdot b_4 + Sz_2^2 \cdot b_5 + Sz_2z_3 \cdot b_6 = Sz_2 \cdot y$

VI. $Sx_1z_3 \cdot b_1 + Sx_2z_3 \cdot b_2 + Sx_3z_3 \cdot b_3 + Sz_1z_3 \cdot b_4 + Sz_2z_3 \cdot b_5 + Sz_3^2 \cdot b_6 = Sz_3 \cdot y$

Die Berechnung der Summe der Abweichungsquadrate und der Summe der Produkte der Abweichungen erfolgte innerhalb Markttagen. Dadurch wird die Beziehung für jeden Markttag getrennt dargestellt und die Unterschiede zwischen den Markttagen beeinflussen den Verlauf der Beziehung nicht. Zur Berechnung der Regressionskoeffizienten werden die berichtigten Summen der einzelnen Markttage addiert. Diese Berechnungsweise führt zur Darstellung der Beziehung frei vom Einfluß des Markttages, "innerhalb Markttag".

Die Berechnung der Summen der Abweichungsquadrate bzw. der Summen der Produkte der Abweichungen, der Mittelwerte sowie die Lösung der Normalgleichungen wurde auf elektronischen Rechenanlagen des Rechenzentrums IBM-Deutschland in Sindelfingen durchgeführt.

Die aus der Koeffizientenmatrix über 6 Normalgleichungen berechneten Werte lauten:

$$
\begin{aligned}
b_1 &= -\ 0,62.116.168 \quad 10^{0} \\
b_2 &= +\ 0,45.531.005 \quad 10^{-2} \\
b_3 &= -\ 0,12.558.091 \quad 10^{-4} \\
c_1 &= +\ 0,31.582.780 \quad 10^{0} \\
c_2 &= -\ 0,24.020.298 \quad 10^{-3} \\
c_3 &= +\ 0,47.380.297 \quad 10^{-7} \\
\bar{x}_1 &= 82,90 \\
\bar{x}_2 &= 8.016,10 \\
\bar{x}_3 &= 876.610,57 \\
\bar{z}_1 &= 566,49 \\
\bar{z}_2 &= 326.280,60 \\
\bar{z}_3 &= 190.997.600,00 \\
\bar{y} &= 198,04 \\
n &= 604
\end{aligned}
$$

Daraus ergibt sich die Regressionsgleichung wie folgt:

$$\begin{aligned} Y = {} & 114.49 - 0,62.116.168X + 0,45.531.005 \cdot 10^{-2}X^2 \\ & - 0,12.558.091 \cdot 10^{-4}X^3 + 0,31.582.780Z \\ & - 0,24.020.298 \cdot 10^{-3}Z^2 + 0,47.380.297 \cdot 10^{-7}Z^3 \end{aligned} \qquad (7)$$

Die Berechnung der multiplen Regression dient dazu, den gleichzeitigen Einfluß zweier oder mehrerer unabhängiger Varianten auf eine abhängige zu analysieren. Im biologischen Material wird eine Größe fast immer von einer Vielzahl anderer Faktoren bestimmt. Selten jedoch wird es möglich sein, alle diese Faktoren in eine Gleichung einzubeziehen. Je besser es möglich ist, viele und die wichtigsten dieser Faktoren in die Gleichung einzubeziehen, umso enger wird die abhängige durch die unabhängigen Varianten bestimmt. Als Maß für diese Bestimmung dient das Bestimmtheitsmaß R^2.

$$R^2 = \frac{S\hat{y}^2}{Sy^2} \qquad (8)$$

R^2 gibt an, welchen Anteil die regressionsbedingte Varianz an der Gesamtvarianz hat.

In der multiplen Regression errechnet sich die Summe der regressionsbedingten Abweichungsquadrate als Summe der Produkte der einzelnen Regressionskoeffizienten und der Summe der dazugehörigen Produkte:

$$S\hat{y}^2 = S(b_i \cdot Sx_iy) \qquad (9)$$

Für die Gleichung (7) ist

$$R^2 = \frac{S\hat{y}^2}{Sy^2} = \frac{28.434,0}{66.013,5} = 0,43 \qquad (10)$$

Demnach sind 43 % der Gesamtvarianz des Preises auf die Varianz des Alters und des Lebendgewichts innerhalb Markttagen zurückzuführen, 57 % der Varianz des Kilopreises sind ungeklärt. Neben Zufallsvarianz können für diese unerklärte Varianz andere Faktoren verantwortlich sein. Wenn diese ermittelt und in die Gleichung als zusätzliche Varianten eingeführt werden würden, könnte sich R^2 entsprechend erhöhen.

Eine weitere Prüfung der Gleichung ist die auf ihre Signifikanz. Dabei wird geprüft, mit welcher Wahrscheinlichkeit - innerhalb gewisser Grenzen - unter den gleichen Bedingungen das gefundene Ergebnis wieder erwartet werden kann. Diese Prüfung wird durch Aufteilung der gesamten Varianz von y in die regressionsbedingte Varianz und die Restvarianz mit Hilfe der Varianzanalyse vorgenommen.

Tabelle 3

Signifikanztest der Gleichung mit der Varianzanalyse

Quelle	FG	SQ	MQ
total	597	66.013,5 = Sy^2	
Regression	6	28.434,0 = $S\hat{y}^2$	4.738,8
Abweichung	591	37.579,5 = $Sdyx^2$	63,59

$F = 4.738,8/63,59 = 74,52; \quad P < 0,01$

Der Quotient aus dem mittleren Quadrat der regressionsbedingten Varianz und der Rest-Varianz ergibt den F-Wert. Dieser wird verglichen mit F-Werten, die bei der entsprechenden Aufgliederung einer großen Zahl zufällig angeordneter Varianten ermittelt wurde und in Tabellen festgelegt ist. Für die zugehörigen Freiheitsgrade läßt sich aus der Tabelle bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von weniger als 0,01 der Wert von 2,85 ablesen. Da der für die vorliegende Gleichung ermittelte Wert für F mit 74,52 erheblich über dem Tabellenwert liegt, ist die Wahrscheinlichkeit, daß Zufallsfehler die vorliegende Gleichung beeinflußt haben, äußerst gering, auf jeden Fall kleiner als 1%. In der mathematisch-statistischen Terminologie sagt man dafür: die Regression ist hochsignifikant, wobei herkömmlich 5% Fehler als obere Grenze für signifikant und 1% Fehler als obere Grenze für hochsignifikant angesehen werden.

Aus der Regressionsgleichung (7) läßt sich der Preis für verschiedenes Alter, unabhängig vom Lebendgewicht und für ein verschiedenes Lebendgewicht, unabhängig vom Alter, darstellen. Dazu wird jeweils die eine der Varianten konstant gehalten.

Tabelle 4

Abhängigkeit des Preises

a) vom Alter bei konstantem Lebendgewicht von 566 kg
b) vom Lebendgewicht bei konstantem Alter von 84 Monaten

a		b	
Alter in Monaten	Preis DM/100 kg	Lebendgewicht kg	Preis DM/100 kg
30	210,02	450	184,80
36	207,85	475	187,90
48	204,17	500	190,78
60	201,30	525	193,46
72	199,08	550	195,92
84	197,39	575	198,19
96	196,10	600	200,25
108	195,07	625	202,13
120	194,19	650	203,81
132	193,31	675	205,31
144	192,31	700	206,63
156	191,06		
168	189,43		
180	187,28		
192	184,49		

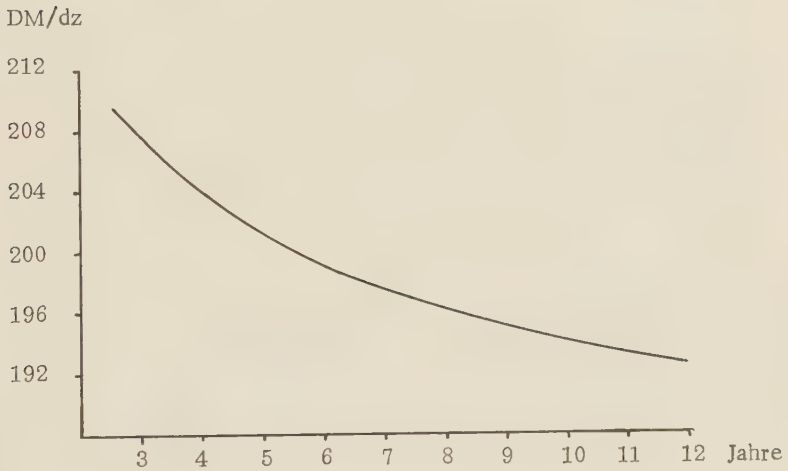
In der Tabelle 4 ist die Abhängigkeit des Preises vom Alter bzw. Lebendgewicht jeweils unabhängig von den anderen Varianten dargestellt. Dabei wurde das Lebendgewicht konstant gehalten mit 566 kg und das Alter mit 84 Monaten, den Mittelwerten aus dem Material.

In den Figuren 6 und 7 sind die Beziehungen graphisch dargestellt. Aus den Figuren 6 und 7 ist deutlich zu ersehen, daß der Kilopreis mit zunehmendem Alter (Lebendgewicht konstant) stetig abnimmt. Diese Abnahme wird jedoch mit zunehmendem Alter geringer. Der Preis beträgt bei dem mittleren Lebendgewicht des Materials von 566 kg mit drei Jahren rund DM 208,-- pro dz und mit 12 Jahren rund DM 192,--. Mit zu-

nehmendem Lebendgewicht (Alter konstant) steigt der Preis stetig an. Bei konstantem Alter von 84 Monaten nimmt der Preis von DM 185,-- bei 450 kg Lebendgewicht auf DM 207,-- bei 700 kg Lebendgewicht zu. Auch diese Zunahme ist nicht linear und wird mit zunehmendem Körpergewicht geringer.

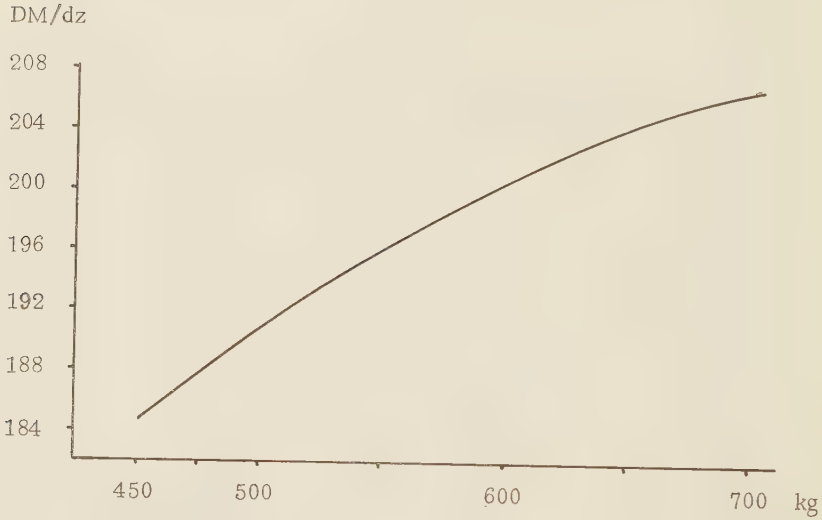
Figur 6

Abhängigkeit des Preises vom Alter
bei konstantem Lebendgewicht von 566 kg



Figur 7

Abhängigkeit des Preises vom
Lebendgewicht bei konstantem Alter von 84 Monaten



DISKUSSION

Untersuchungen über die Altersabhängigkeit des Preises bei Schlachtrindern sind nur bei Herdbuchkühen möglich, da nur für diese eine einwandfreie Sicherung des Alters möglich ist. Alle anderen Altersfeststellungen sind für diese Zwecke zu ungenau. Daß es jedoch auch bei Herdbuchkühen, namentlich bei älteren Kühen, schwierig sein kann, genaueste Unterlagen zu erhalten, zeigt die Tatsache, daß von ursprünglich 1800 Kühen, die am Schlacht- und Viehhof München ermittelt wurden, nur für 600 Kühe Altersangaben zu erhalten waren.

Andere Autoren verwenden zum Teil Handelsklassen als Maßstab für den Erlös bei Untersuchungen der Abhängigkeit des Schlachterlöses vom Alter. Die Handelsklasse ist jedoch kein ausreichendes Maß für den Erlös eines Schlachttieres. Die Handelsklassen sind ein subjektives Maß, werden von einer Kommission festgesetzt und dienen zunächst statistischen Zwecken bei der Marktbeobachtung. Der Kilopreis dagegen stellt die konkrete Grundlage der Bezahlung und damit für den Verkäufer den Wert des Tieres dar.

Eine Fehlerquelle, die in der Lage ist, altersbedingte Preisschwankungen zu vermindern, ist der Verkauf mehrerer Tiere als geschlossene Gruppe, wobei trotz unterschiedlichen Alters im Schlußschein für alle Tiere dieser Gruppe der gleiche Kilopreis eingetragen wird. Weiter können Preisschwankungen während des Markttages und das besondere Geschick beim Handel einzelner Käufer oder Verkäufer bewirken, daß Kühe von objektiv gleichem Wert unterschiedlich bezahlt werden. Diese Faktoren lassen sich mathematisch nicht ausschalten. Sie treten bei der Berechnung der Beziehung als Zufallsbeeinflussung auf. Der Signifikanztest der Regression (Tabelle 3) zeigt jedoch, daß der Zufall die Gleichung nicht erheblich beeinflußt hat, und wir bei einer Wiederholung der Untersuchung unter den gleichen Bedingungen mit über 99% Wahrscheinlichkeit die gleiche Beziehung finden werden.

In dem Untersuchungszeitraum vom 3. 6. - 12. 8. 1959 war das Angebot an Schlachtkühen im Verhältnis zu anderen Jahreszeiten gering. Da die Rinderhalter im allgemeinen über ausreichende Sommerfuttermöglichkeiten verfügen, neigen sie dazu, überschüssiges Vieh während der Sommer-

monate zu füttern, um einen Gewichtszuwachs zu erreichen und es erst zu Beginn der Winterfutterzeit zu verkaufen. Bei verringertem Angebot und fast gleichbleibender Nachfrage ziehen die Preise während der Sommermonate etwas an. Demnach sind die Werte des vorliegenden Materials relativ günstig ausgefallen. Die Altersabhängigkeit der Preise dürfte hierdurch jedoch kaum beeinflußt sein, da die Nachfragen nach Kühen aller Handelsklassen an allen untersuchten Markttagen gleich groß waren.

Eine wesentliche Schwierigkeit bei Untersuchungen, die sich über längere Zeit erstrecken müssen, um die nötige Zahl von Daten zu erheben, liegt in den Preisschwankungen von Markttag zu Markttag. Da außerdem nicht sicher zu sagen ist, ob diese Preisschwankungen die Tiere aller Schlachtqualitäten treffen, muß versucht werden, bei der Darstellung der Beziehung zwischen Alter, Lebendgewicht und Preis den Einfluß des Markttages auszuschalten.

Bei der Berechnungsweise "innerhalb Markttagen" beziehen sich die Abweichungen nicht auf den Mittelwert des gesamten Materials, sondern auf den Mittelwert des jeweiligen Markttages. Dadurch haben Unterschiede zwischen den einzelnen Markttagen keinen Einfluß auf die Abhängigkeit des Preises von Alter und Lebendgewicht.

Die Darstellung der Abhängigkeit des Preises vom Lebendgewicht und Alter in einer multiplen Regression ermöglicht, den Einfluß beider Varianten auf den Preis unabhängig voneinander zu analysieren. Bei der Berechnung der ausgeglichenen Werte für den Kilopreis muß jeweils die eine Variante unverändert eingesetzt, d. h. konstant gehalten werden. Die Wahl der konstanten Größe innerhalb der Variationsbreite des Materials ist willkürlich. Wir haben eine Größe in der Nähe des Mittelwertes eingesetzt. Die Interpretation der korrigierten Y-Werte lautet dann z. B.: Bei konstantem Lebendgewicht von 566 kg bewirkt eine Änderung des Alters von 30 auf 66 Monate eine Abnahme des Schlachtpreises je kg von DM 2,10 auf DM 2,01.

Bei der Wahl einer anderen Konstanten ergäben sich Preise, die jeweils um den gleichen Betrag differieren, d. h. die Kurve erführe lediglich eine Parallelverschiebung.

Die Betrachtung der Kurven der Figuren 6 und 7 zeigt folgendes: Wenn das Alter konstant gehalten wird, steigt der Kilopreis mit zunehmendem Lebendgewicht stetig an. Jedoch erfolgt der Anstieg nicht linear, d. h. eine Lebendgewichtsänderung bewirkt bei leichten Kühen eine größere Preiszunahme als bei schwereren Kühen. In dieser Abhängigkeit zeigt sich die bekannte Tatsache, daß schwere Kühe sich bei der Schlachtung günstiger verwerten lassen als leichtere Kühe. Dies beruht vor allem darauf, daß die Menge nicht verwertbarer Körperteile mit zunehmendem Körpergewicht nicht in dem gleichen Maße ansteigt wie das Körpergewicht, so daß die Ausschlachtungsprozente des schweren Tieres besser werden. Diese Beziehung findet ihren Ausdruck in der Klassifizierung, in der "vollfleischige" Tiere vor den "geringgenährten" Kühen rangieren.

Bei konstantem Lebendgewicht fällt der Preis mit zunehmendem Alter ab. Dieser Abfall ist bis etwa 6 Jahre und nach dem 12. Lebensjahr stärker und in der Zeit dazwischen weniger ausgeprägt.

Da das Lebendgewicht vom Alter abhängig ist, beeinflussen beide Faktoren Lebendgewicht und Alter im Durchschnitt gleichzeitig gemeinsam den Preis. Da der Erhaltungsbedarf einer Kuh vom Lebendgewicht abhängig ist, muß für den gesamten Schlachterlös sehr wohl berücksichtigt werden, aus welchem Lebendgewicht er gewonnen wurde. Die Rentabilität der Schlachtverwertung wird durch das Lebendgewicht wesentlich beeinflußt. Für exakte Untersuchungen dieser Verhältnisse ist die Trennung der Einflüsse von Alter und Lebendgewicht auf den Preis von großer Bedeutung.

Der Schlachterlös, welcher für ein bestimmtes Lebendgewicht unabhängig von anderen Einflüssen zu erwarten ist, hat für Berechnungen der Wirtschaftlichkeit der Fleischleistung als Teil der Gesamtleistungen des Milchrindes große Bedeutung.

ZUSAMMENFASSUNG

1. In der Zeit vom 3. 6. - 12. 8. 1959 wurden an 10 Markttagen auf dem Städtischen Schlacht- und Viehhof München sämtliche aufgetriebenen Fleckvieh-Herdbuchkühe erfaßt. Von 1800 Kühen konnten für 604 Kühe das Alter, das Lebendgewicht vor der Schlachtung und der Schlachtpreis ermittelt werden.

2. Die Abhängigkeit des Schlachterlöses vom Alter und vom Lebendgewicht wurde für 604 Kühe mit Hilfe einer multiplen Regression innerhalb der Markttage dargestellt.

3. Alter und Lebendgewicht verhalten sich in ihrem Einfluß auf den Preis additiv. Für die Beschreibung der Beziehung wurde eine multiple Regression dritten Grades gewählt. Die Gleichung lautet:

$$Y = 114{,}49 - 0{,}62.116.168X + 0{,}45.531.005 \cdot 10^{-2}X^2 - 0{,}12.558.091 \cdot 10^{-4}X^3 + 0{,}31.532.730Z - 0{,}24.020.298 \cdot 10^{-3}Z^2 + 0{,}47.380.297 \cdot 10^{-7}Z^3$$

4. Die Änderung des Preises, abhängig vom Alter bei konstantem Lebendgewicht und abhängig vom Lebendgewicht bei konstantem Alter wurde dargestellt. Der Kilopreis nimmt mit zunehmendem Alter (Lebendgewicht konstant) stetig ab und steigt bei zunehmendem Lebendgewicht (Alter konstant).

Nach Beendigung dieser Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. Dr. H. Bauer für die Überlassung des Themas und die mir jederzeit gewährte Unterstützung bei der Bearbeitung herzlich danken. Ferner gilt mein Dank Herrn Dr. Dr. Bakels und Herrn Dr. Gall, die mir stets hilfsbereit mit Rat und Vorschlägen zur Seite standen.

Danksagen möchte ich auch Herrn Dipl. Ing. Gerhard Klietsch, Leiter des Rechenzentrums IBM Deutschland in Sindelfingen, für die Berechnung der Varianzen und Kovarianzen sowie der Regressionskoeffizienten und den Herren Tierzuchtdirektoren der Fleckviehzuchtverbände für die entgegenkommende Hilfe bei der Ermittlung der Geburtsdaten der Kühe.

LITERATURÜBERSICHT

Brody, S. (1945) Bioenergetics and growth.
New York: Reinhold Publ. Comp.

Hecker, E. und Schnepf, P. (1952) Nutzungsdauer und Wirtschaftlichkeit im Kuhstall.
Tierzüchter 4, 211

Henrichs, A. und Samtleben, W. (1960) Betriebswirtschaftliche Fragen der Milcherzeugung.
Mitt. DLG 75, 418

Hogreve, F. (1961) Lebensalter und Lebendgewicht bei schwarzbunten Schlachtkühen.
Züchtungskde. 33, 60

Langlet, J. und Gravert, H. O. (1960) Nachkommenschaftsprüfung aus Mastleistung und Schlachtwert beim Rind.
Kiel: Institut f. Tierzucht u. Tierhaltung der Universität

Lydtin, A. und Werner, H. (1899) Das deutsche Rind.
Berlin: Gebr. Unger

Nehler, G.-M. (1956) Untersuchungen über den Herdenumtrieb und die Nutzungsdauer in der Rinderhaltung unter Berücksichtigung der Milch- und Fleischleistung und die züchterischen Konsequenzen.
Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 67, 105

N.N. (1962) Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 1961.
Hamburg - Berlin: Parey

Ries, L. (1951) Bedingte Wahrheiten: lange Nutzungsdauer der Kühe verbilligt die Aufzuchtskosten.
Tierzüchter 3, 593

Schmidt, J. und Mehner, A. (1951/52) Ist die Forderung nach Dauerleistungskühen berechtigt?
Züchtungskde. 23, 75

Schultz, W. (1960) Aktuelles aus der Vieh- und Fleischwirtschaft seit Verkündigung des Vieh- und Fleischgesetzes.
= Landwirtschaft-Angewandte Wissenschaft Nr. 101
Hiltrup: Landwirtschaftsverlag

Snedecor, G. W. (1956) Statistical methods. 5th ed.
Ames, Iowa: Iowa State College Press

Sommer, O. A. und Krippl, J. (1959) Untersuchungen über die Wachstums- und Entwicklungsverhältnisse beim deutschen Höhenfleckvieh.
Mitt. Bayer. Landesanstalt Grub 7, (1/2), 2

Stockklausner, F. (1933) Die Entwicklung des weiblichen Fleckviehrindes von der Geburt bis zum Abschluß des Wachstums.
= Arb. Dtsch. Gesellsch. Züchtungskde. 55
Hannover: Schaper

Witt, M. (1957) Milchrassen, Fleischrassen oder Milch-Fleisch-Rassen?
Mitt. DLG 72, 379

LEBENSLAUF

Ich wurde am 6. Juli 1932 als Sohn des Stabsintendanten Georg Schmidt und seiner Ehefrau Liesl, geb. Appun, in Augsburg geboren. Die Volksschule besuchte ich in Ingolstadt und trat 1942 in das Humanistische Gymnasium über, wo ich 1952 die Reifeprüfung ablegte.

Von 1953 - 1958 studierte ich in München Tiermedizin und beendete im Februar 1959 das Studium mit dem Staatsexamen. Die Approbation wurde mir im November 1959 erteilt.

Ich bin jetzt Tierarzt in Köllerbach/Saar.

Gerhard Schmidt